

ÚROVEŇ ORGANICKÉ ZÁTĚŽE STŘEDNÍHO TOKU ŘEKY JIHLAVY DLE INDEXU SAPROBITY A TROFICKÉHO POTENCIÁLU

THE LEVEL OF ORGANIC POLLUTION OF MIDDLE COURSE OF THE JIHLAVA RIVER ACCORDING TO SAPROBIC INDEX AND TROPHIC POTENTIAL

J. Makovský, P. Spurný, R. Kopp

Summary: In the vegetation season during the year 2008, on the two locations middle course of the Jihlava River - above and below water reservoirs Dalešice and Mohelno, the samples of water and macrozoobenthos were taken for the assessment of the level of organic pollution and evaluation of importance of the water reservoirs impact on the level of organic pollution, at monthly intervals. The pollution was evaluated by the trophic potential and the saprobic index. The trophic potential from the samples of water, the saprobic index was determined from the macrozoobenthos samples.

On the Vladislav location, above the water reservoirs, the trophic potential was determined $220 \pm 37 \text{ mg.l}^{-1}$ it means the mezo-eutrophic class. The saprobic index was determined $2,19 \pm 0,09$ to β it means the mezosaprobic class. On the Biskoupky location, below the water reservoirs, the trophic potential was determined $214 \pm 29 \text{ mg.l}^{-1}$ it means mezo-eutrophic class. The saprobic index was determined $1,67 \pm 0,18$ to β it means mezosaprobic class.

Statistically decisive wasn't the difference of the trophic potential between the locations. Values of the saprobic index were statistically decisive lower on the Biskoupky locality than the values of the locality Vladislav.

Úvod

Jako nejdůležitější zdroje znečištění povrchových vod je v současné době uváděno bodové znečištění, tj. města, obce, průmyslové závody a objekty soustředěné zemědělské živočišné výroby. Na toku řeky Jihlavy se vyskytuje několik významných aglomerací, jako jsou například Jihlava, Třebíč a další, ke kterým povětšinou náleží i rozvinutá průmyslová činnost a s tím spojená vyšší míra vypouštění odpadních vod do biotopu řeky Jihlavy.

Pravidelné sledování organické zátěže na řece Jihlavě metodou vyhodnocení trofického potenciálu a saprobního indexu se provádí od poloviny minulého století. Zvýšená pozornost střednímu toku této řeky se věnuje od dostavby soustavy vodních děl Dalešice – Mohelno a jaderné elektrárny Dukovany. Již dříve zde byla uváděna vyšší míra trofie ve vodě řeky Jihlavy pod městem Třebíč (Kočková a Žáková 1983, Kočková a kol. 1995, Kočková a kol. 1998, Punčochár a Desortová 2003). Jako příčiny vyššího zatížení tohoto toku organickými látkami autoři uvádějí především urbanizační vlivy, zemědělství a splach z přiléhajících pozemků a komunikací a od uvedení jaderné elektrárny Dukovany do provozu i zkoncentrování živin při odběru chladicí vody a vypouštění odpadní oteplené vody z chladicích okruhů zpět do recipientu.

Dle Zprávy o stavu ochrany vod v České republice 2006 (MŽP ČR 2007), jež kvalitu povrchové vody v tocích kategorizuje do stupňů I až V dle normy ČSN 75 7221, je řeka Jihlava z hlediska stavu celkového fosforu, dusičnanového dusíku, sušiny dusíkatých látek ($\text{NL } 105^{\circ}\text{C}$) CHSK_{Mn} a CHSK_{Cr} zařazena ve všech sledovaných profilech do IV až V třídy, to znamená silně zatížených vod.

Cílem tohoto sledování bylo stanovit míru organického zatížení středního toku řeky Jihlavy na základě stanovení trofického potenciálu a saprobního indexu. Dále porovnat hodnoty mezi lokalitami a z výsledku určit, zda mají vodní díla Dalešice a Mohelno prokazatelný vliv na míru organické zátěže v tomto toku.

Materiál a metodika

Vzorky vody pro stanovení úrovně trofického potenciálu a saprobního indexu byly odebrány v měsíčních intervalech v průběhu vegetačního období roku 2008 na dvou lokalitách středního toku řeky Jihlavy. První lokalita byly vybrána nad vzdutím vodního díla Dalešice, v k.ú. obce Vladislav, GPS location Loc: $9^{\circ}12'49.36''\text{N}, 15^{\circ}55'50.71''\text{E}$. Druhá lokalita byla vybrána pod vodními díly Dalešice a Mohelno, v k.ú. obce Biskoupky, GPS location Loc: $9^{\circ}5'43.93''\text{N}, 16^{\circ}16'27.55''\text{E}$. Odběry byly prováděny v proudnici do předem připravených, uzavíratelných polyetylenových nádob tak, aby v nádobě po odebrání vzorku nezůstaly vzduchové bubliny. Okamžitě po odběru byly vzorky vody uloženy do tmavého chladicího boxu a následně po převezení na Oddělení rybářství a hydrobiologie MZLU zamrazeny. Zamražené vzorky vody byly předány na Výzkumný ústav vodohospodářský, pobočka Brno ke stanovení trofického potenciálu jednorázovou suspenzní metodou (Žáková a kol. 1981). Vzorky byly po přefiltrování kultivovány při $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, za stálého provzdušňování. Jako testovací inokulum byla použita řasa *Desmodesmus communis* (*Scenedesmus quadricauda*). Na konci testu byla stanovena sušina řas, přírůstky byly stanovovány nefelometricky. Jako parametr trofického potenciálu byla zvolena koncentrace sušiny řas v mg. l^{-1} (CSN EN ISO 8692).

Odběry vzorků zoobentosu k vyhodnocení saprobního indexu byly prováděny dle norem EN 25 667 – 2, EN ISO 27 828 a EN 25 667 – 3, za pomoci bentické odběrné sítě Surber a bentické odběrné sítě Kick Sampler. Odebraný zoobentos byl zakonzervován v 4% roztoku formaldehydu a převezen na Oddělení rybářství a hydrobiologie, kde byl determinován a na základě druhového spektra a kvantitativních charakteristiky byl stanoven saprobní index lokality v čase odběru. Pro stanovení saprobního indexu byl použit vzorec dle ČSN 75 7716.

Při odběru vzorků byly zároveň sledovány základní chemické parametry vody, a to : teplota, pH, obsah rozpuštěného kyslíku a vodivost měřícími přístroji WTW Multi 340i a HANNA Combo HI 98129.

Získaná data byla statisticky zpracována pomocí programu Unistat 5.1, Sheffeho analýzou s hladinou významnosti α 0,99.

Výsledky a diskuze

Tabulka č.1 Hodnoty trofického potenciálu na řece Jihlavě v roce 2008

	duben	květen	červen	červenec	srpen	září
Biskoupky	170	196	220	245	243	207
Vladislav	201	183	210	265	268	194

Tabulka č.2 Hodnoty saprobního indexu na řece Jihlavě v roce 2008

	duben	květen	červen	červenec	srpen	září
Biskoupky	1,62	1,59	1,82	1,45	1,93	1,59
Vladislav	2,22	2,16	2,35	2,09	2,14	2,2

Na lokalitě Vladislav se hodnoty trofického potenciálu pohybovaly během vegetačního období v rozmezí hodnot 183 – 268 mg.l⁻¹ (viz. tabulka č.1) s průměrem 220±37 mg.l⁻¹. Po porovnání se stupnicí trofie vod dle Žáková (1986) byla voda z lokality Vladislav vyhodnocena jako mezo-eutrofní. Při porovnání s prací Žáková (2002), která tuto řeku v minulosti dlouhodobě sledovala, jsou výsledky získané při tomto sledování velmi podobné a není mezi nimi statisticky průkazný rozdíl. Autorka ve své práci uvádí na řece Jihlavě hodnoty trofického potenciálu s postupnou klesající tendencí od roku 1990 do současnosti.

Saprobity na lokalitě Vladislav byla stanovena na hodnotu 2,19±0,09, což znamená β-mezosaprobní stupeň dle hodnocení trofie vod (Hrbáček 1972). Tyto hodnoty nejsou na našich tocích nijak výjimečné, ale již ukazují na zvýšenou organickou zátěž. Hodnoty saprobního indexu během sledovaného období jsou uvedeny v tabulce č.2.

V porovnání s výsledky z pozorování autorů, jež tuto lokalitu sledovali v minulosti, je patrný mírný pokles indexu saprobity v průběhu času. Spurný a kol. (2002) uvádí na lokalitě Vladislav v roce 1999 saprobní index 2,26 (β-mezosaprobity). Další autor, Losos (1984) uvádí saprobní index na této lokalitě v roce 1984 v rozmezí hodnot 2,5 – 3,5 (α-mezosaprobní stupeň). Hodnota 3,5 je již dosti vysoká a svědčí o silně zatíženém toku.

Na lokalitě Biskoupky trofický potenciál dosahoval hodnot 170 – 245 mg.l⁻¹ (viz. tabulka č.1) s průměrem 214±29.mg.l⁻¹. Ve stupnici hodnocení trofie dle Žáková (1986) byla tato lokalita zařazena do stupně mezotrofie až mezo-eutrofie. Mezo-eutrofie je již stupeň s vyšší hodnotou organického zatížení. Po porovnání s prací Žáková (2002) není mezi výsledky patrný rozdíl. Průběh hodnot trofického potenciálu v tomto sledování a ve sledování Žákové (2002) jsou si velmi podobné. Autorka hodnotí vodu pod vodním dílem Mohelno jako mezotrofní až mezo-eutrofní, tudíž ve stejném stupni, jako v tomto sledování.

Saprobní index lokality Biskoupky byl stanoven na hodnotu 1,67±0,18 β-mezosaprobní stupeň, ale spíše při jeho dolní hranici. Tyto hodnoty vypovídají o velmi mírném organickém zatížení této lokality, hodnoceném dle hodnoty saprobního indexu. Hodnoty saprobního indexu během sledovaného období jsou uvedeny v tabulce č.2. Při porovnání s řekou Dyjí pod vodními díly Nové Mlýny, na jejímž toku se nacházejí významná vodní díla a protéká zemědělsky a aglomeračně exponovanou krajinou, je

hodnota saprobity udávaná $1,96 \pm 0,24$ (Makovský 2006), 2,09 (Brychta 1999) až 3,55 (Sukop 1990). Je zřejmé, že jsou si toky podobné v organické zátěži dle hodnoty saprobního indexu. Z udávaných hodnot saprobity řeky Dyje je patrný i podobný trend poklesu saprobního indexu v čase.

Po statistickém vyhodnocení získaných dat saprobního indexu z průběhu roku 2008, s hladinou pravděpodobnosti $P < 0,01$, byl zaznamenán statisticky průkazně nižší hodnoty saprobního indexu na lokalitě v k.ú. Biskoupky pod vodními díly Dalešice a Mohelno. Při statistickém vyhodnocení získaných hodnot trofického potenciálu nebyly mezi lokalitami Vladislav a Biskoupky zjištěny statisticky průkazné rozdíly. Vliv vodních děl na hodnotu saprobního indexu se při tomto sledování nepodařilo prokázat. Tato skutečnost může být dána vypouštěním odpadní oteplené vody do vodní nádrže Mohelno, kde je organická zátěž silně zkoncentrována průchodem chladicími okruhy jaderné elektrárny Dukovany (Žáková 2002).

Mlejnková et al. (2005) hodnotila chemické a biologické parametry vody v řece Vltavě pod nádrží Kořensko a na údolní nádrží Orlík. Trofický potenciál na lokalitě Kořensko a na lokalitách situovaných na nádrží Orlík byl vyhodnocen v rozmezí $50 - 80 \text{ mg.l}^{-1}$, což je výrazně méně, než na řece Jihlavě. Autorka uvádí výrazné zkoncentrování živin (až 5,3x) a tím i nárůst trofického potenciálu v odpadní oteplené vodě vypouštěné z jaderné elektrárny Temelín, kde hodnoty v průběhu let 2003 – 2005 kolísaly v rozpětí $280 - 300 \text{ mg.l}^{-1}$, ve stupni eutrofních vod. Stejný poznatek uvádí i Žáková (2002) na řece Jihlavě pod vodní nádrží Mohelno, která slouží jako rezervoár chladicí vody pro jadernou elektrárnu Dukovany. V Skryjském potoce, kterým se vrací oteplená voda z jaderné elektrárny Dukovany zpět do recipientu autorka uvádí stupeň organické zátěže na hranici polytrofie, s následným naředěním ve vodní nádrží Mohelno a snížení na stupeň mezo-eutrofní.

Závěr

Dle trofického potenciálu byla řeka Jihlava na obou lokalitách zařazena do mezo-eutrofních vod. Rozdíly v hodnotách trofického potenciálu mezi lokalitou nad vodními nádržemi Dalešice a Mohelno a lokalitou pod nimi nebyly zjištěny a nelze tedy na základě těchto výsledků usuzovat na výraznější vliv těchto vodních nádrží na hodnotu trofického potenciálu. Dle indexu saprobity byla řeka Jihlava na lokalitě Vladislav zhodnocena jako β -mezosaprobní. Na lokalitě Biskoupky byla vyhodnocena rovněž ve stupni β -mezosaprobity, ale na spodní hranici tohoto stupně. Byly prokázány statisticky průkazně nižší hodnoty saprobního indexu na lokalitě Biskoupky, pod vodními nádržemi Dalešice a Mohelno a tím jejich prokazatelný vliv na míru organického zatížení tohoto toku.

Rozdíly v hodnocení vlivu vodních nádrží na míru organické zátěže tohoto toku jsou dány rozdílným přístupem obou metod k hodnocení organické zátěže. Saprobní index vypovídá o zatížení vod organickými sloučeninami, které se v nádržích zachycují a rozkládají, kdežto trofický potenciál hodnotí obsah elementárních prvků, které se naopak z vodních nádrží a jejich sedimentů mohou vyplavovat.

Na základě výsledků získaných z vyhodnocení trofického potenciálu a indexu saprobity v průběhu vegetačního období roku 2008 byl střední tok řeky Jihlavy vyhodnocen jako tok se středně vysokým organickým zatížením.

Poděkování: Příspěvek byl zpracován s finanční podporou projektu Interní grantové agentury IGA číslo DP 26/2008: „Stanovení a vyhodnocení organické zátěže středního

toku řeky Jihlavy pomocí indexu saprobity a trofického potenciálu“ a Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

Literatura

- BRYCHTA, M. (1999): *Fauna dolního toku Dyje a přilehlých říčních ramen*, MZLU Brno. Diplomová práce. 50 s
- EN ISO 27 828 (ČSN 75 7051): *Pokyny pro odběr vzorků makrozoobentosu ruční sítkou*. Dostupný z WWW: <www.ochranavod.cz>
- EN 25 667 – 3 (ČSN 75 7051): *Pokyny pro konzervaci vzorků a manipulaci s nimi* Dostupný z WWW: <www.ochranavod.cz>
- ČSN 75 7716 : *Jakost vod – Biologický rozbor – stanovení saprobního indexu*. Dostupný z WWW: <www.ochranavod.cz>
- CSN 757221: *Klasifikace jakosti povrchových vod*. Dostupný z WWW: [http://seznam.normy.biz/](http://seznam.normy.biz/HRBÁČEK, J.a kol.. (1972): Limnologické metody, 208 s.)
- HRBÁČEK, J.a kol.. (1972): *Limnologické metody*, 208 s.
- ČSN EN ISO 8692 *Jakost vod - Zkouška inhibice růstu sladkovodních zelených řas*. Dostupný z WWW: <www.ochranavod.cz>
- KOČKOVÁ, E., ŽÁKOVÁ, Z., (1983): *Vliv přečerpávání vody na chemické a biologické poměry v soustavě nádrží Dalešice – Mohelno*. In: Sborník „Voda–životné prostredie – viacúčelové využitie vodných nádrží“ Košice, 19
- KOČKOVÁ, E., et al. (1995): *Jakost vody pro vodní dílo dalešice. Kvalita vody v nádrži Mohelno ve vztahu k JE Dukovany*. Výzkumná zpráva VUV T.G.M., pobočka Brno
- KOČKOVÁ, E., ŽÁKOVÁ, Z., MLEJNKOVÁ, H., BERÁNKOVÁ, D., (1998): *Influence of Riwer Basin, Hydro- and Nuclear power Plants on Vater Quality Changes in Dalešice-Mohelno Reservoirs System*, Internat.Rev.Hydrobiol. 83, 331 – 338.
- LOSOS, B., (1984): *The influence of pollution on the density and production of Chironomidae (Diptera) in running waters*. Limnologica (Berl.), 15, 7–19
- MAKOVSKÝ, J., SUKOP, I., (2006): *Dynamika zoobentosu řeky Dyje*. In MendelNet'06 Agro – sborník, MZLU v Brně: Ediční středisko MZLU v Brně, 2006, s. 131. ISBN 80-7157-999-8
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, (2007): *Zpráva o stavu ochrany vod České republiky za rok 2006*
- MLEJNKOVÁ, H., KOČKOVÁ, E., PAVLOVIČ, M., ŽÁKOVÁ, Z., (2005): *Chemický a biologický monitoring vlivu odpadních a dešťových vod JE Temelín : Závěrečná zpráva VÚV T.G.M., pobočka Brno*, 125 s.
- POVODÍ MORAVY s.p. (2006): *Souhrnná zpráva o vývoji jakosti povrchových vod v povodí Moravy ve dvouletí 2005/2006*. 135 s. Dostupný z WWW: <<http://www.pmo.cz>>.
- PUNČOCHÁR P., DESORTOVÁ, B., (2003): *Informace o stavu trofie našich vodních zdrojů* In. SOVAK no 5/2003, 1-3
- SPURNÝ, P., MAREŠ, J., HEDBÁVNÝ, J., SUKOP, I., (2002): *Heavy metals distribution in the ecosystems of the upper course of the Jihlava River*. In.: Czech J. Anim. Sci., 47, 160–167
- SUKOP, I. (1990): *Influence of the water works at Nové Mlýny on macrozoobenthos of the Dyje Rver in the vicinity of biosphere reserve Pálava (southern Moravia)*. Ekológia, (ČSSR) 9, 1 :73-86.
- ŽÁKOVÁ, Z. (1986): *Kriteriahodnocení trofie, klasifikace, mapování*. – In: LHOTSKÝ, O., ŽÁKOVÁ, Z., MARVAN, P. (1986): *Řasové testy a jejich aplikace*. – Sborník přednášek, DT Brno, s. 41 – 47.
- ŽÁKOVÁ, Z. (2002): *Změny trofického potenciálu a koncentrace chlorofylu a v řece Jihlavě a v nádržích Dalešice a Mohelno od jejich napuštění (Changes of the trophic potential and chlorophyll a content in the River Jihlava, and Dalešice-Mohelno Reservoirs since the infilling*. Czech Phycology 2: 115-124, ISSN 1802-5439

Adresy autorů:

Ing. Josef Makovský, Prof. Ing. Petr Spurný, CSc., Ing. Radovan Kopp, Ph.D., Oddělení rybářství a hydrobiologie, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 613 00 Brno, ČR